

**DESAIN DAN IMPLEMENTASI GENERATOR MIKRO HIDRO
BEPENGERAK ALIRAN AIR**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

OLEH :

ABDUL HARIS SAFA'ADI

D400160143

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

**DESAIN DAN IMPLEMENTASI GENERATOR MIKRO
HIDRO BERPENGGERAK ALIRAN AIR**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:



ABDUL HARIS SAFA'ADI

D400160143

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Agus Ulinuha, S.T., M.T., PhD

NIK : 656

HALAMAN PENGESAHAN
DESAIN DAN IMPLEMENTASI GENERATOR MIKRO HIDRO
BEPENGGERAK ALIRAN AIR

OLEH
ABDUL HARIS SAFA'ADI

D400160143

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Jum'at, 19 Februari 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Agus Ulinuha, S.T., M.T., PhD

()

(Ketua Dewan Penguji)

2. Hasyim Asy'ari, ST. MT

()

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Tindyo Prasetyo, ST. MT

()

(Anggota II Dewan Penguji)

Dekan,





Sri Sunariono, M.T., Ph.D
NIK. 628

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 13 Februari 2021

Penulis



ABDUL HARIS SAFA'ADI

D400160143

DESAIN DAN IMPLEMENTASI GENERATOR MIKRO HIDRO BERPENGGERAK ALIRAN AIR

Abstrak

Terdapat banyak energi mekanik yang dapat dimanfaatkan untuk dikonversikan menjadi energi listrik. Salah satunya adalah aliran air yang banyak dijumpai pada saluran irigasi maupun sanitasi. Saluran irigasi bisa dibuat bendungan sehingga tekanan air cukup tinggi untuk menggerakkan turbin. Energi mekanik dari putaran turbin tersebut dapat dimanfaatkan untuk memutar generator AC dengan menggunakan *pulley*, untuk menghasilkan putaran dengan lebih cepat maka dapat membuat perbandingan *pulley* sehingga bisa membuat kecepatan generator menjadi lebih cepat. Dengan menggunakan generator sinkron magnet permanen 3 fasa. Tegangan AC 3 fasa yang dihasilkan generator dapat disearahkan dengan menggunakan dioda jembatan 3 fasa, keluaran listrik yang sudah menjadi arus DC dapat mengisi baterai dengan syarat tegangan dari generator yang telah disearahkan harus melebihi tegangan yang terbaca pada baterai. Pengisian daya baterai memerlukan *charger controller* sehingga tegangan yang masuk tidak melebihi tegangan yang dapat diatur untuk pengisian baterai, *charger controller* juga dapat berfungsi sebagai pemutus ketika baterai penuh dan otomatis mengisi saat baterai perlu diisi. Baterai dapat dimanfaatkan untuk menyalakan lampu penerangan pada malam hari. Dengan menggunakan sensor berbasis LDR (Light Dependent Resistor) untuk mengaktifkan saklar, diperlukan rele sebagai saklar untuk menyalakan lampu dan sekering sebagai pemutus aliran listrik ketika arus melebihi batas maupun terjadinya hubung singkat antara kabel positif dan negatif.

Kata Kunci : energi listrik, generator, LDR, saluran irigasi

Abstract

There is a lot of mechanical energy that can be used to be converted into electrical energy. One of them is water flow which is often found in irrigation and sanitation channels. Irrigation channels could be made into a dam, so that the water pressure is high enough to rotate the turbine. The mechanical energy from the turbine rotation can be utilized to rotate the AC generator by using a pulley, to produce a faster rotation, it can make a pulley comparison so that it can generate a greater voltage. By using a 3 phase permanent magnet synchronous generator. The 3-phase AC voltage generated by the generator can be rectified using a 3-phase diode bridge, the electricity output that has become DC current can charge the battery provided where the voltage from the generator must be higher than the voltage of the battery. Battery charging requires a charger controller so that the incoming voltage does not exceed the adjustable voltage for charging the battery, the charger controller can also be used as a breaker when the battery is full and automatically charges when the battery needs to be charged. Batteries can be used to supply the lighting at night. By using an LDR-based sensor to activate the switch, a relay is needed as a switch to turn on the lamp and a fuse as a breaker when the current exceeds the limit or there is a short circuit between the positive and negative wires.

Keywords : electrical energy, generator, ldr, irrigation canals

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik memiliki peranan yang sangat penting dalam usaha meningkatkan mutu kehidupan dan pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Di Indonesia masih banyak yang mengandalkan listrik

dengan menggunakan bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, gas dan lainnya, hal tersebut tentunya tidak ramah lingkungan. Selain bahan bakar fosil, terdapat juga sumber energi yang dapat diperbaharui (energi air, surya, panas bumi, angin, *bioenergy*, arus laut, dsb). Suplai energi yang dihasilkan dari energi terbarukan cenderung lebih sedikit polusi gas efek rumah kaca yang dihasilkan selama beroperasi. (Albastomiroji, 2018)

Terdapat banyak aliran air yang digunakan untuk saluran irigasi yang dapat dibuat PLTMh (pembangkit listrik tenaga mikro hidro). PLTMh pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan menghasilkan listrik. Pembangunan PLTMh perlu diawali dengan pembangunan bendungan untuk mengatur aliran air yang akan dimanfaatkan sebagai tenaga penggerak PLTMh. Bendungan perlu dilengkapi dengan pintu air dan saringan sampah untuk mencegah masuknya kotoran atau endapan lumpur. Bendungan sebaiknya dibangun pada dasar aliran air yang stabil dan aman terhadap banjir. (Dimyati, 2003)

Hasil listrik dari generator dapat dimanfaatkan sebagai penerangan di jalan pada malam hari. Maka dari itu dibuatlah alat pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMh) yang juga dapat menjadi alternatif untuk menerangi jalan. Hasil listrik dari generator ac yang digerakkan oleh turbin dapat disearahkan dengan menggunakan *rectifier* atau penyearah, rangkaian penyearah ini pada umumnya menggunakan menggunakan dioda sebagai komponen utamanya. Dikarenakan dioda memiliki karakteristik yang hanya melewatkan arus listrik ke satu arah dan menghambat arus listrik dari arah sebaliknya (Febriansyah, 2020). Aliran listrik yang telah disearahkan digunakan untuk mengisi baterai, pengisian baterai diperlukan alat *charger controller*. *Charger controller* merupakan rangkaian elektronik yang mengatur proses pengisian baterai atau rangkaian aki (*Battery Bank*) dari generator yang telah disearahkan dengan menggunakan dioda jembatan. Tegangan DC yang dihasilkan oleh generator umumnya bervariasi 12 volt ke-atas. Kontroler ini berfungsi sebagai alat pengatur tegangan baterai agar tidak melampaui batas. Apabila baterai atau rangkaian aki sudah penuh terisi, maka aliran DC dari generator akan diputuskan agar baterai itu tidak lagi menjalani pengisian sehingga kerusakan terhadap baterai bisa dicegah dan usia aki bisa berumur lebih panjang. Pengendalian proses pengisian baterai dengan membuka dan menutup aliran arus DC yang telah disearahkan dari generator ke baterai adalah fungsi yang paling dasar sebuah *charger controller* (Prasetyo et al., 2018). Listrik yang disimpan dari baterai kemudian digunakan untuk penerangan jalan pada malam hari dengan menggunakan sensor berbasis LDR untuk penyalan lampu.

Dalam riset tugas akhir ini, dibuat sistem pembangkit listrik mikrohidro yang memanfaatkan saluran irigasi yang digunakan untuk memutar turbin sebagai penggerak generator sinkron magnet permanen 3 fasa, hasil keluaran generator berupa tegangan AC kemudian disearahkan dengan menggunakan dioda jembatan 3 fasa sehingga dapat tegangan menjadi DC. Listrik DC yang telah disearahkan oleh dioda jembatan digunakan untuk mengisi baterai dengan menggunakan *charger controller* yang digunakan untuk penerangan pada malam hari, dengan menggunakan rele yang diaktifkan oleh rangkaian sensor LDR sebagai saklar lampu.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, masalah yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara kerja dari pembangkit listrik tenaga mikro hidro?
2. Bagaimana pengisian daya dari generator ke baterai?
3. Apa saja komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan desain dan implementasi generator mikro hidro berpenggerak aliran air, sistem penyimpanan baterai dan juga untuk penerangan jalannya?
4. Bagaimana desain dan susunan komponen yang digunakan dalam pembuatan desain dan implementasi generator mikro hidro berpenggerak aliran air?
5. Bagaimana sistem pengisian baterai dan penerangan jalan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah alat untuk mengukur kecepatan air dan debit air.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pengerjaan tugas akhir ini antara lain adalah:

1. Mengetahui cara kerja dari pembangkit listrik tenaga mikro hidro.
2. Mengetahui cara kerja pengisian baterai dari output pada generator AC yang diserahkan.
3. Komponen yang digunakan yaitu generator ac, *diode bridge*, turbin, *pulley*, kabel listrik, baterai, sensor LDR, lampu, *relay*, *transistor*, *resistor*, tenol, laher, *charger controller*, watt meter DC dan lain-lain.
4. Mengetahui desain alat yang efisien dalam pembuatan desain dan implementasi generator mikro hidro berpenggerak aliran air.
5. Mengetahui kelemahan dari pembangkit listrik tenaga mikro hidro.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Bagi penulis:

Menambah pengalaman penulis untuk melakukan pembuatan desain dan implementasi generator mikro hidro berpenggerak aliran air.

2. Bagi jurusan:

Menambah referensi untuk jurusan dalam mengembangkan desain dan implementasi generator mikro hidro berpenggerak aliran air yang nantinya dapat dikembangkan untuk penggunaan listrik dengan skala rumahan.

2. METODE

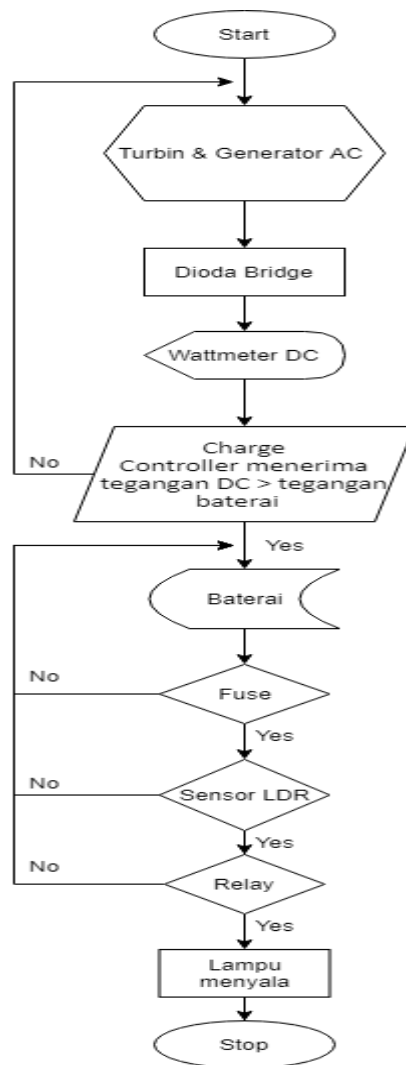
2.1 Metode

Metode yang digunakan dalam penulisan tugas akhir berikut adalah metode eksperimen. Didalam penulisan tugas akhir ini penulis membuat desain dan implementasi generator mikro hidro berpenggerak aliran air. Penulis mengumpulkan informasi tentang pemanfaatan aliran air untuk menggerakkan generator AC 3 fasa, hasil arus listrik ac disearahkan dengan menggunakan dioda jembatan 3 fasa menjadi arus listrik DC, kemudian disimpan pada baterai yang digunakan untuk penyalan lampu pada malam hari dengan menggunakan sensor LDR, yang berdasarkan literatur dari berbagai jurnal-jurnal sebagai pendukung dari penelitian yang dilakukan. Cara pengukuran yang digunakan untuk penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Multimeter digital sebagai pengukur tegangan AC dan arus AC yang keluar dari generator sinkron magnet permanen 3 fasa.
2. Watt meter DC untuk mengukur tegangan DC dan arus DC yang keluar dari dioda jembatan 3 fasa.
3. Multimeter digital untuk mengukur tegangan baterai dan watt meter untuk mengukur arus DC dari baterai yang digunakan untuk beban.
4. Mengukur putaran generator dengan menggunakan sensor *tachometer*.

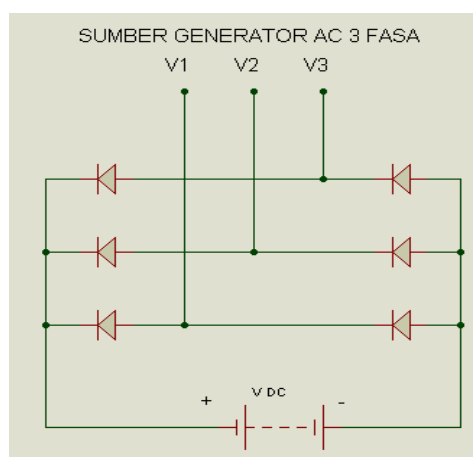
2.2 Diagram Cara Kerja Generator Mikro Hidro Berpenggerak Aliran Air

Gambaran menggunakan diagram flowchart diharapkan dapat memberi gambaran secara umum tentang cara kerja generator mikro hidro dengan menggunakan komponen tertentu agar terwujudnya alat yang diinginkan.



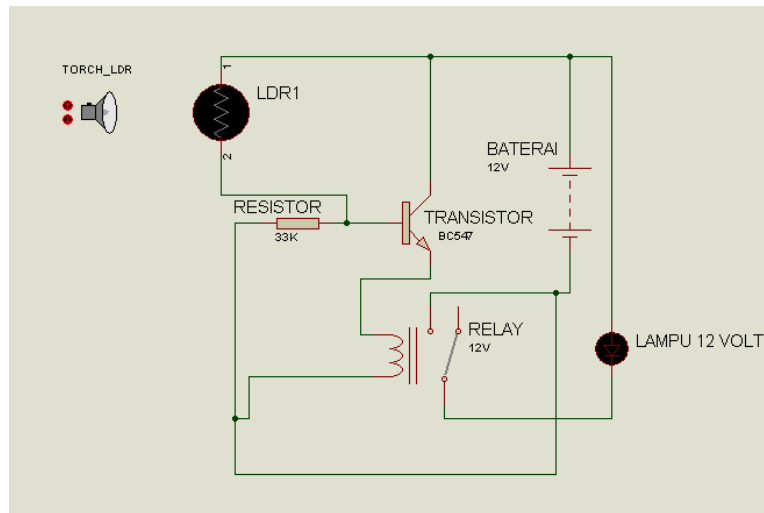
Gambar 1. Diagram flowchart Cara Kerja Generator Mikro Hidro Berpenggerak Aliran Air

2.3 Skema Rangkaian Dioda Jembatan 3 Fasa



Gambar 2 Rangkaian Dioda jembatan 3 fasa

2.4 Skema Rangkaian Sensor LDR



Gambar 3 Rangkaian sensor LDR

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Desain Alat

Desain dan implementasi generator mikro hidro berpengerak aliran air, air digunakan untuk menggerakkan turbin yang ditransmisikan melalui pulley untuk menghasilkan perbandingan kecepatan untuk mendapatkan kecepatan generator yang lebih cepat dibanding putaran turbin, generator 3 fasa menghasilkan tegangan AC yang disearahkan dengan menggunakan *diode bridge* 2 fasa yang dimodifikasi menjadi *diode bridge* 3 fasa, aliran listrik AC diubah menjadi tegangan AC yang disearahkan oleh *diode bridge*, hasil keluaran tegangan DC digunakan untuk mengisi baterai dengan menggunakan *charger controller* sebagai pengatur proses pengisian baterai (aki) dari generator AC yang telah disearahkan oleh dioda jembatan. Kemudian baterai digunakan untuk menyalakan lampu pada malam hari, lampu dinyalakan dengan menggunakan relay yang berfungsi sebagai saklar, relay ini diaktifkan oleh rangkaian sensor LDR. Instalasi listrik pada penerangan juga dilengkapi sekering sebagai pengaman apabila terjadi hubung arus pendek atau terjadi kelebihan muatan listrik.



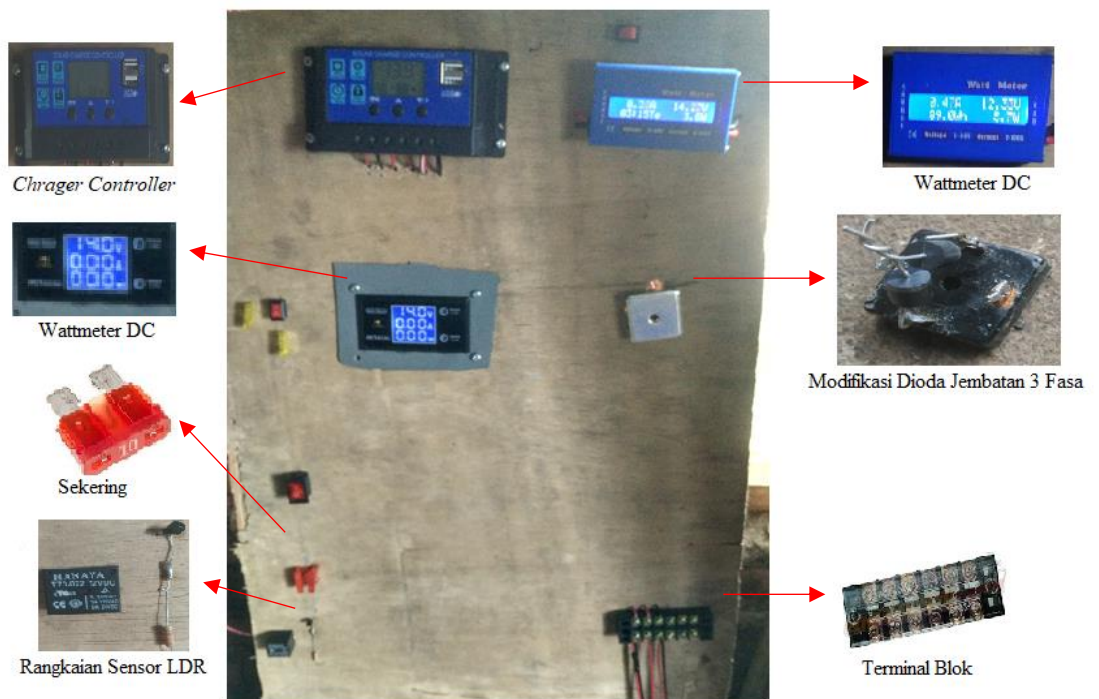
Gambar 4. Desain Dan Implementasi Generator Mikro Hidro

Desain dan implementasi generator mikro hidro berpengerak aliran air ditunjukkan pada gambar 4. Generator berpengerak mikro hidro diimplementasikan pada saluran irigasi. Terdapat turbin yang ditunjukkan pada nomer 1, turbin ini diputar oleh aliran air yang disalurkan melalui pipa yang ditunjukkan pada nomer 2. Putaran turbin digunakan untuk menggerakkan generator sinkron magnet permanen ditunjukkan pada nomer 3, putaran turbin ditransmisikan oleh *pulley* ke generator, salah satu *pulley* ditunjukkan pada nomer 4. Sistem rancangan transmisi *pulley* dibuat agar mendapat putaran yang lebih besar pada generator, *pulley* pada turbin yang digunakan berdiameter 25 cm, kemudian ditransmisikan menuju *pulley* dengan diameter 9 cm yang berpasangan dengan *pulley* berdiameter 18 cm untuk memutar generator dengan *pulley* berdiameter 7 cm.

$$\frac{\text{Putaran Generator}}{\text{Putaran Turbin}} = \frac{25}{9} \times \frac{18}{7} \dots\dots\dots(1)$$

$$\frac{\text{Putaran Generator}}{\text{Putaran Turbin}} = 7,14$$

Jika putaran generator sebesar 470 rpm, maka putaran turbin = $470 : 7,14 = 65,82$ rpm.



Gambar 5. Rancangan Sistem Pengisian Baterai Dan Sistem Penerangan



Gambar 6. Baterai 35 AH



Gambar 7. Lampu



Gambar 8. Sensor LDR

Sistem pengisian baterai dan sistem penerangan ditunjukkan pada gambar 5. Hasil listrik dari generator sinkron magnet permanen disalurkan melalui kabel dihubungkan dengan terminal blok, listrik AC dari generator kemudian disearahkan dengan menggunakan dioda jembatan 3 fasa yang sudah dimodifikasi. Hasil listrik DC tersebut kemudian disalurkan melalui wattmeter sebagai pembaca tegangan, arus dan daya pada pengisian baterai. Sistem ini terdapat *charger controller* agar tegangan yang digunakan untuk mengisi baterai tidak melebihi batas yang telah ditentukan, sehingga baterai dapat berumur lebih panjang. Baterai ini digunakan untuk menerangi jalan pada malam hari dengan menggunakan sistem saklar berbasis sensor LDR, Skema rangkaian sensor LDR ditunjukkan pada gambar 3.

3.2 Hasil Pengukuran RPM Generator, Daya Generator, Penyearah Dan Baterai

Tabel 1. Hasil Pengukuran Generator Mikro Hidro Hari Pertama

Waktu	Data Generator (AC) 3 Fasa				Output Penyearah		Batere		Status Beban Lampu
	Kec (rpm)	Teg (V)	Arus (A)	Daya (W)	Teg (V)	Arus (A)	Teg (V)	Arus (A)*	
04.00	423.9	10.05	0.37	5.47	11.86	0.47	12.26	0.79	on
04.30	424.6	10.05	0.37	5.47	11.93	0.46	12.26	0.79	on
05.00	424.0	10.05	0.37	5.47	11.77	0.46	12.24	0.79	on
05.30	423.6	10.05	0.38	5.62	11.97	0.45	12.23	0.79	on
06.00	422.8	10.05	0.37	5.47	11.82	0.46	12.22	0.79	on
06.30	469.1	11.66	0.33	5.66	13.11	0.42	12.64		off
07.00	483.6	11.75	0.31	5.36	13.45	0.41	12.81		off
07.30	484.9	12.03	0.31	5.49	13.55	0.41	12.97		off
08.00	487.3	12.13	0.31	5.54	13.61	0.42	13.06		off
08.30	489.2	12.13	0.31	5.54	13.63	0.40	13.15		off
09.00	490.2	12.14	0.30	5.36	13.77	0.39	13.27		off
09.30	489.5	12.15	0.30	5.37	13.71	0.38	13.35		off
10.00	485.2	12.15	0.30	5.37	13.87	0.43	13.47		off
10.30	487.9	12.16	0.30	5.37	13.98	0.42	13.52		off
11.00	493.4	12.17	0.30	5.38	14.23	0.41	13.59		off
11.30	491.7	12.19	0.29	5.20	14.19	0.39	13.66		off
12.00	497.0	12.23	0.29	5.22	14.34	0.41	13.70		off
12.30	496.8	12.22	0.29	5.22	14.39	0.38	13.75		off
13.00	495.6	12.21	0.29	5.21	14.46	0.36	13.80		off
13.30	498.1	12.21	0.29	5.21	14.43	0.38	13.80		off
14.00	493.9	12.23	0.29	5.22	14.40	0.35	13.80		off
14.30	494.6	12.23	0.29	5.22	14.32	0.38	13.80		off
15.00	496.8	12.23	0.29	5.22	14.44	0.39	13.80		off
15.30	494.6	12.23	0.29	5.22	14.41	0.37	13.80		off
16.00	493.7	12.23	0.29	5.22	14.37	0.37	13.80		off
16.30	498.2	12.23	0.29	5.22	14.41	0.36	13.80		off
17.00	442.6	10.88	0.33	5.29	12.43	0.43	13.30	0.91	on
17.30	434.9	10.53	0.34	5.27	11.95	0.46	12.52	0.81	on
18.00	431.0	10.47	0.34	5.24	11.85	0.45	12.44	0.81	on
18.30	433.8	10.48	0.34	5.25	11.89	0.47	12.42	0.81	on
19.00	431.0	10.47	0.34	5.24	11.86	0.45	12.38	0.81	on
19.30	429.5	10.53	0.34	5.27	11.97	0.46	12.37	0.80	on
20.00	427.1	10.45	0.35	5.38	11.84	0.48	12.35	0.81	on
20.30	424.5	10.43	0.35	5.37	11.87	0.46	12.35	0.79	on
21.00	423.6	10.42	0.35	5.37	11.83	0.48	12.34	0.80	on

Tabel 2. Hasil Pengukuran Generator Mikro Hidro Hari Ke-2

Waktu	Data Generator AC 3 Fasa				Output Penyearah		Batere		Status Beban Lampu
	Kec (rpm)	Teg (V)	Arus (A)	Daya (W)	Teg (V)	Arus (A)	Teg (V)	Arus (A)*	
04.00	428.6	10.11	0.36	5.36	11.76	0.45	12.23	0.79	on
04.30	425.4	10.07	0.37	5.49	11.83	0.46	12.22	0.79	on
05.00	423.6	10.07	0.37	5.49	11.97	0.44	12.21	0.79	on
05.30	423.0	10.07	0.37	5.49	11.87	0.47	12.21	0.79	on
06.00	454.1	11.54	0.32	5.44	13.47	0.40	12.56		off
06.30	464.0	11.69	0.31	5.34	13.64	0.41	12.77		off
07.00	468.7	11.72	0.31	5.35	13.77	0.39	12.89		off
07.30	469.8	11.76	0.31	5.37	13.69	0.41	12.94		off
08.00	479.7	11.78	0.31	5.38	13.79	0.41	13.07		off
08.30	482.9	11.87	0.31	5.42	13.78	0.42	13.18		off
09.00	484.1	11.90	0.30	5.26	13.83	0.39	13.23		off
09.30	486.8	11.98	0.30	5.29	13.97	0.40	12.29		off
10.00	487.9	12.02	0.30	5.31	14.26	0.38	13.36		off
10.30	491.3	12.05	0.30	5.32	14.17	0.41	13.43		off
11.00	490.9	12.10	0.30	5.34	14.33	0.37	13.56		off
11.30	493.8	12.12	0.30	5.35	14.27	0.38	13.64		off
12.00	490.1	12.12	0.30	5.35	14.39	0.41	13.74		off
12.30	492.8	12.12	0.30	5.35	14.42	0.36	13.78		off
13.00	494.5	12.16	0.30	5.37	14.31	0.39	13.80		off
13.30	496.1	12.17	0.30	5.38	14.20	0.37	13.80		off
14.00	495.7	12.18	0.30	5.38	14.33	0.40	13.80		off
14.30	498.3	12.20	0.30	5.39	14.29	0.40	13.80		off
15.00	495.4	12.22	0.30	5.40	14.37	0.39	13.80		off
15.30	496.3	12.25	0.30	5.41	14.41	0.38	13.80		off
16.00	496.8	12.25	0.30	5.41	14.33	0.41	13.80		off
16.30	498.7	12.25	0.30	5.41	14.32	0.40	13.80		off
17.00	497.0	12.25	0.30	5.41	14.41	0.39	13.80		off
17.30	453.2	11.05	0.33	5.37	12.58	0.44	13.35	0.85	on
18.00	432.2	10.52	0.35	5.42	11.87	0.46	12.56	0.81	on
18.30	430.6	10.45	0.36	5.54	11.81	0.48	12.54	0.81	on
19.00	428.2	10.49	0.35	5.41	11.84	0.46	12.53	0.81	on
19.30	426.8	10.45	0.35	5.38	12.18	0.45	12.51	0.81	on
20.00	428.1	10.48	0.35	5.40	11.91	0.47	12.50	0.81	on
20.30	427.3	10.45	0.35	5.38	11.87	0.46	12.48	0.81	on
21.00	426.9	10.45	0.35	5.38	11.79	0.47	12.47	0.81	on

Tabel 3. Hasil Pengukuran Generator Mikro Hidro Hari Ke-3

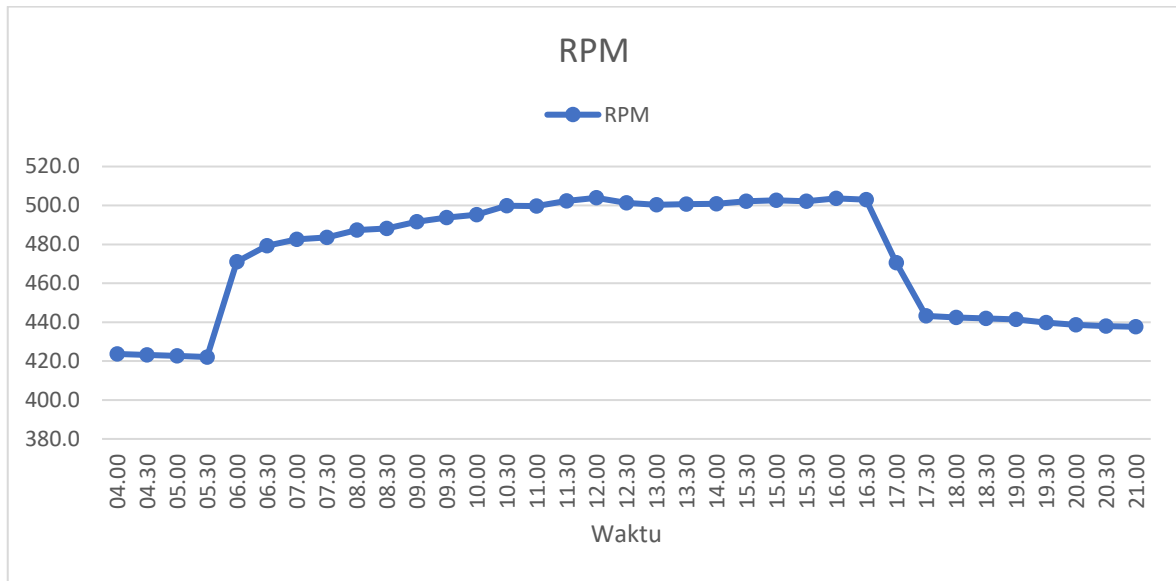
Waktu	Data Generator (AC) 3 Fasa				Output Penyearah		Batere		Status Beban Lampu
	Kec (rpm)	Teg (V)	Arus (A)	Daya (W)	Teg (V)	Arus (A)	Teg (V)	Arus (A)**	
04.00	431.8	10.13	0.37	5.52	12.12	0.45	12.33	0.79	on
04.30	429.8	10.09	0.37	5.50	12.25	0.47	12.32	0.79	on
05.00	424.7	10.06	0.37	5.48	11.95	0.47	12.29	0.79	on
05.30	418.6	10.02	0.38	5.61	12.02	0.46	12.28	0.79	on
06.00	467.8	11.63	0.32	5.48	13.47	0.40	12.68		off
06.30	477.1	11.69	0.32	5.51	13.61	0.46	12.74		off
07.00	482.7	11.77	0.31	5.37	13.85	0.41	12.83		off
07.30	485.10	12.05	0.31	5.50	13.93	0.40	12.92		off
08.00	488.9	12.11	0.31	5.53	13.83	0.43	13.06		off
08.30	493.60	12.14	0.30	5.36	14.16	0.43	13.14		off
09.00	495.70	12.14	0.30	5.36	14.23	0.39	13.29		off
09.30	495.6	12.16	0.30	5.37	14.35	0.46	13.35		off
10.00	495.2	12.15	0.30	5.37	14.53	0.45	13.47		off
10.30	496.10	12.18	0.29	5.20	14.45	0.42	13.52		off
11.00	495.7	12.17	0.29	5.20	14.43	0.40	13.56		off
11.30	496.4	12.19	0.29	5.20	14.39	0.39	13.60		off
12.00	498.8	12.23	0.29	5.22	14.44	0.41	13.63		off
12.30	496.00	12.21	0.29	5.21	14.47	0.40	13.72		off
13.00	499.5	12.25	0.29	5.23	14.45	0.45	13.75		off
13.30	491.3	12.21	0.29	5.21	14.42	0.43	13.80		off
14.00	493.2	12.22	0.29	5.22	14.41	0.41	13.80		off
14.30	496.30	12.23	0.29	5.22	14.43	0.43	13.80		off
15.00	494.3	12.23	0.29	5.22	14.43	0.40	13.80		off
15.30	494.4	12.23	0.29	5.22	13.39	0.42	13.80		off
16.00	495.3	12.24	0.29	5.23	14.43	0.43	13.80		off
16.30	494.3	12.24	0.29	5.23	14.39	0.40	13.80		off
17.00	498.4	12.25	0.29	5.23	14.32	0.44	13.80		off
17.30	465.50	11.62	0.31	5.30	13.09	0.45	12.92	0.90	on
18.00	446.10	10.90	0.33	5.30	12.53	0.46	12.66	0.84	on
18.30	434.50	10.51	0.34	5.26	12.31	0.48	12.45	0.81	on
19.00	433.90	10.49	0.34	5.25	12.46	0.41	12.44	0.81	on
19.30	433.70	10.49	0.34	5.25	12.40	0.47	12.44	0.81	on
20.00	432.50	10.47	0.34	5.24	12.33	0.45	12.43	0.81	on
20.30	431.30	10.47	0.34	5.24	12.39	0.45	12.42	0.81	on
21.00	429.60	10.46	0.34	5.24	12.38	0.44	12.41	0.81	on

Tabel 4. Hasil Pengukuran Generator Mikro Hidro Hari Ke-4

Waktu	Data Generator (AC) 3 Fasa				Output Penyearah		Batere		Status Beban Lampu
	Kec (rpm)	Teg (V)	Arus (A)	Daya (W)	Teg (V)	Arus (A)	Teg (V)	Arus (A)**	
04.00	423.7	10.11	0.37	5.51	11.75	0.49	12.25	0.79	on
04.30	423.1	10.11	0.37	5.51	11.73	0.50	12.24	0.79	on
05.00	422.7	10.07	0.37	5.49	11.78	0.48	12.23	0.79	on
05.30	422.1	10.05	0.37	5.47	11.73	0.51	12.21	0.79	on
06.00	471.1	11.61	0.32	5.47	13.03	0.46	12.29		off
06.30	479.2	11.75	0.32	5.54	13.18	0.45	12.54		off
07.00	482.5	11.85	0.31	5.41	13.33	0.44	12.88		off
07.30	483.5	11.89	0.31	5.43	13.54	0.44	12.94		off
08.00	487.4	12.03	0.30	5.31	13.69	0.43	13.09		off
08.30	488.2	12.04	0.30	5.32	13.93	0.42	13.18		off
09.00	491.6	12.09	0.30	5.34	13.86	0.44	13.26		off
09.30	493.8	12.13	0.30	5.36	14.04	0.42	13.38		off
10.00	495.3	12.13	0.30	5.36	14.28	0.42	13.46		off
10.30	499.8	12.15	0.30	5.37	14.24	0.44	13.57		off
11.00	499.6	12.17	0.30	5.38	14.22	0.45	13.64		off
11.30	502.3	12.17	0.30	5.38	14.28	0.42	13.74		off
12.00	503.9	12.18	0.30	5.38	14.39	0.46	13.80		off
12.30	501.4	12.18	0.30	5.38	14.36	0.46	13.80		off
13.00	500.3	12.17	0.30	5.38	14.33	0.42	13.80		off
13.30	500.7	12.17	0.30	5.38	14.40	0.42	13.80		off
14.00	500.8	12.17	0.30	5.38	14.46	0.43	13.80		off
15.30	502.2	12.17	0.30	5.38	14.40	0.45	13.80		off
15.00	502.7	12.17	0.30	5.38	14.37	0.44	13.80		off
15.30	502.2	12.17	0.30	5.38	14.39	0.43	13.80		off
16.00	503.6	12.17	0.30	5.38	14.41	0.39	13.80		off
16.30	503.0	12.17	0.30	5.38	14.36	0.41	13.80		off
17.00	470.6	11.59	0.33	5.63	12.84	0.44	13.73	0.91	on
17.30	443.2	10.42	0.35	5.37	12.60	0.46	13.12	0.84	on
18.00	442.5	10.41	0.35	5.36	12.15	0.46	12.53	0.81	on
18.30	441.9	10.38	0.35	5.35	12.22	0.47	12.47	0.81	on
19.00	441.5	10.35	0.35	5.33	12.20	0.48	12.44	0.81	on
19.30	439.8	10.32	0.35	5.32	12.22	0.47	12.43	0.80	on
20.00	438.6	10.29	0.35	5.30	12.23	0.46	12.41	0.81	on
20.30	438.0	10.25	0.36	5.43	12.09	0.45	12.41	0.81	on
21.00	437.6	10.23	0.36	5.42	12.00	0.50	12.40	0.80	on

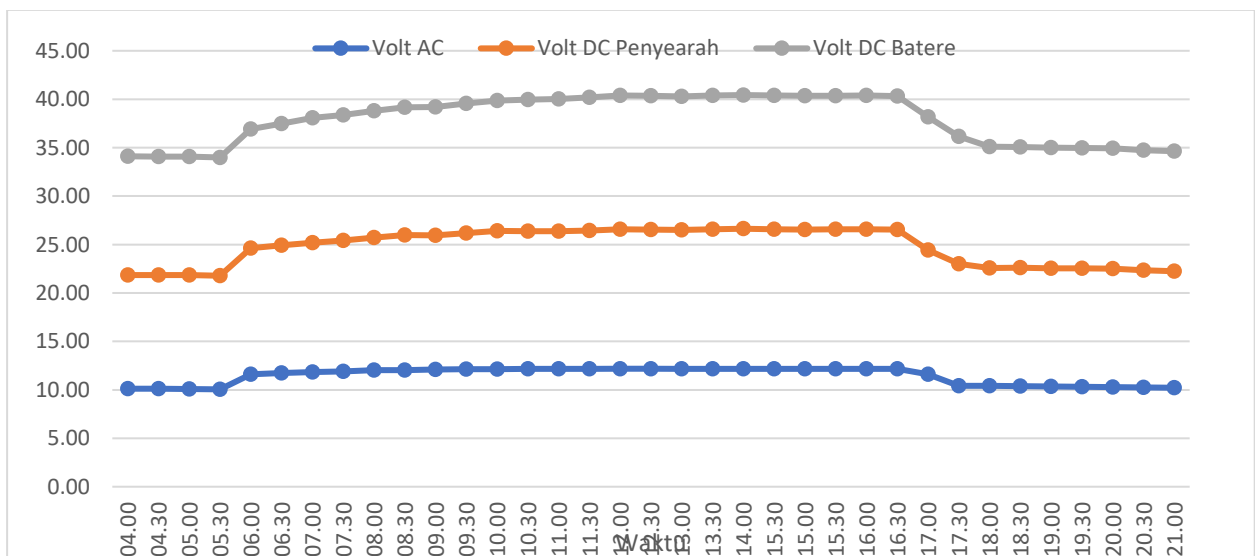
Keterangan

**: jika baterai dibebani

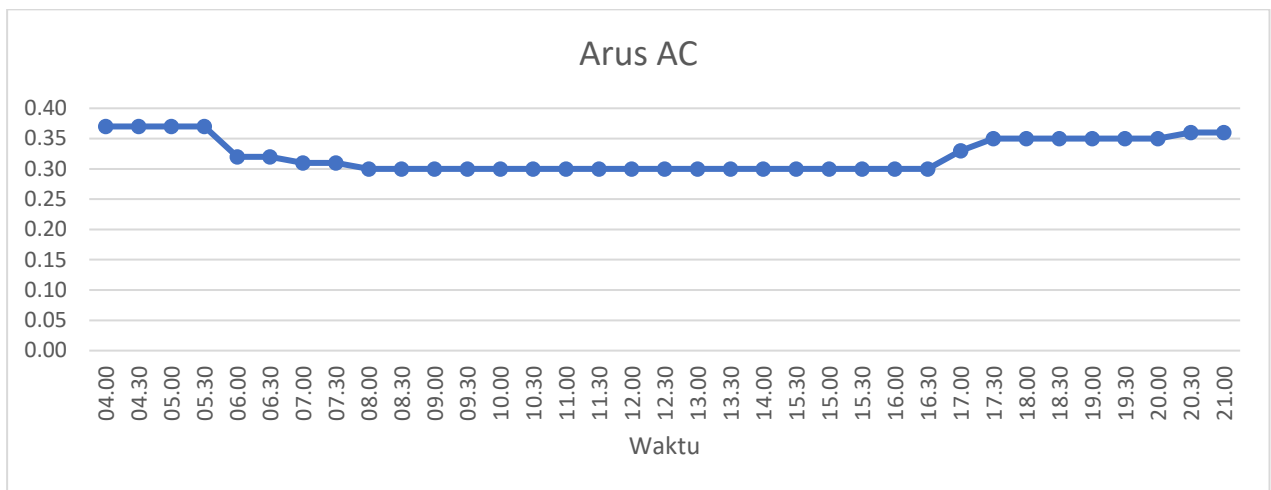


Gambar 9. Grafik RPM Pada Tabel 4

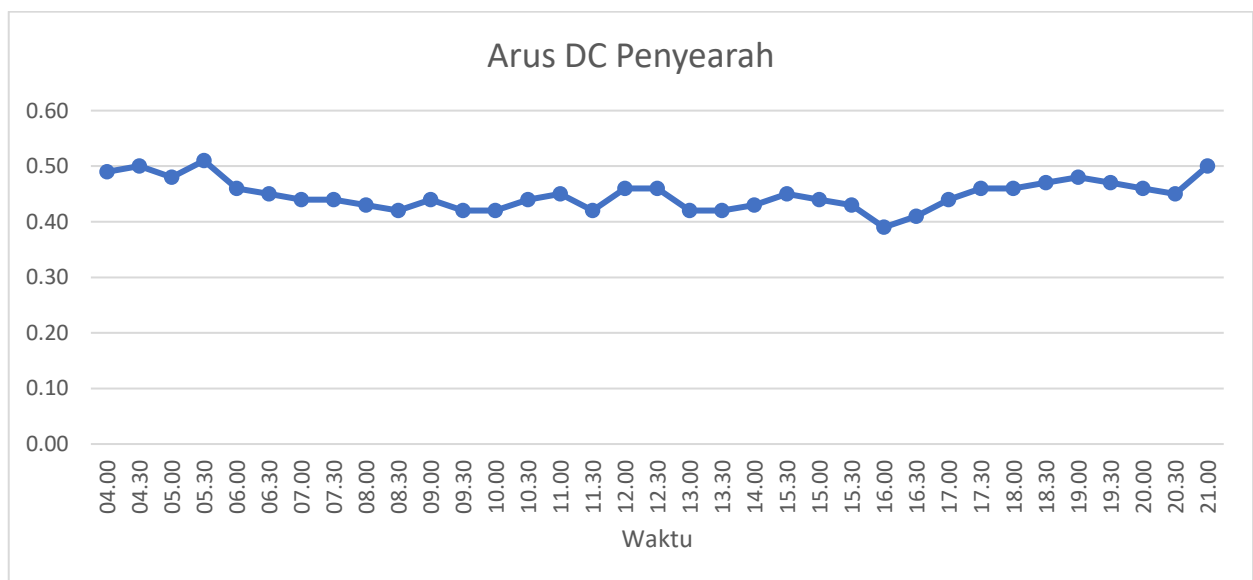
RPM dapat naik dikarenakan tegangan DC yang digunakan untuk mengisi baterai naik sehingga tegangan AC juga ikut naik, begitu juga RPM juga dapat turun saat tegangan DC pada keluaran penyearah turun karena baterai terbebani sehingga tegangan AC juga ikut turun. Hasil pengujian pada waktu 05.30 dengan beban untuk mengisi baterai dan beban lampu, putaran generator menunjukkan pada kecepatan 422.1 RPM dengan tegangan AC 10.05 volt, dapat berubah secara signifikan pada waktu 6.30 dengan beban untuk mengisi baterai putaran generator menunjukkan pada kecepatan 471.1 RPM dengan tegangan AC 11.61 volt yang ditunjukkan pada tabel 4.



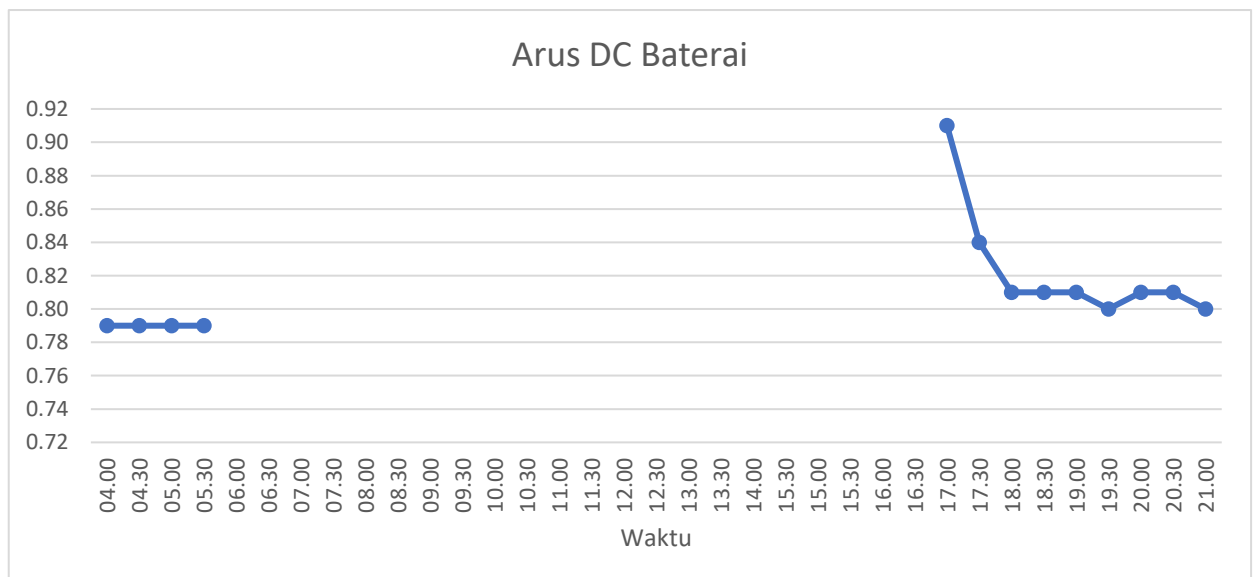
Gambar 10. Grafik Volt AC Generator, Volt DC Penyearah Dan Volt DC Baterai



Gambar 11. Grafik Arus AC



Gambar 12. Grafik Arus DC Penyearah



Gambar 13. Grafik Arus DC Baterai

Pengisian baterai dengan menggunakan generator berpenggerak mikro hidro dari jam 6.00 sampai jam 17.00 dapat menaikkan tegangan baterai hingga mencapai 13.80 volt, dengan daya yang bervariasi. Tegangan AC dan DC penyearah berangsur naik seiring waktu ketika baterai tidak terbebani dan turun secara perlahan ketika baterai diberi beban. Besarnya tegangan juga dapat ditentukan yang berdasar pada kecepatan RPM generator. Daya yang digunakan beban berupa lampu 10 watt yang mendapat sumber dari baterai juga tidak cepat habis dikarenakan proses pengisian baterai juga masih berlangsung dari generator berpenggerak mikro hidro. Sedangkan daya yang dihasilkan generator AC 3 fasa dapat dihitung dengan persamaan pada tabel 4 dengan rumus.

Daya yang dihasilkan generator AC 3 fasa pada persamaan tabel 4 pada waktu 06.00:

$$P = V \times I \text{ Fasa} \times \sqrt{3} \times \cos \pi \dots\dots\dots(2)$$

$$P = 11,61 \times 0,32 \times \sqrt{3} \times 0.85$$

$$P = 5,47$$

Tegangan DC penyearah naik ketika baterai tidak diberi beban, tegangan dapat naik dari 13,03 volt hingga 14,44 volt pada tabel 4, tegangan DC penyearah juga turun dari 12,60 hingga 11,73 pada tabel 4 ketika baterai diberi beban. Aliran listrik dari penyearah masuk ke baterai melalui *charger controller* yang berfungsi sebagai pengatur batas tegangan maksimal sebesar 14,4 volt. Ketika tegangan baterai sudah terbaca 13,8 maka proses pengisian baterai akan diputus oleh *charger controller*. *Charger controller* dapat bekerja dengan baik berdasarkan pada tabel 1,2 ,3 dan 4, sehingga baterai tidak cepat rusak.

Arus yang dihasilkan pada penyearah cenderung tidak stabil dikarenakan mengikuti putaran generator yang berubah-ubah. Sedangkan arus pada beban turun secara perlahan seiring berjalannya waktu yang disebabkan kapasitas energi yang tersimpan pada baterai juga semakin berkurang.

Kecepatan putaran pada generator bervariasi mengikuti besarnya tegangan pada generator AC maupun tegangan DC penyearah. Ketika baterai tidak diberi beban maka tegangan AC generator maupun tegangan DC penyearah akan naik selama proses pengisian baterai sehingga kecepatan putaran pada generator juga ikut naik, begitu juga sebaliknya ketika baterai diberi beban dengan daya yang lebih besar dibanding daya yang berlangsung selama pengisian baterai maka

tegangan AC generator maupun tegangan DC penyearah akan turun sehingga kecepatan putaran pada generator juga ikut turun.

Rangkaian sensor LDR juga bekerja dengan baik untuk mematikan dan menghidupkan lampu. Dari pengujian data lampu mati pada pukul 06.00 dan lampu menyala lagi pada pukul 17.00 pada tabel 4. Dengan menggunakan saklar yang diatur oleh rangkaian sensor LDR. Rangkaian sensor LDR dapat dilihat pada gambar 3. Sistem kerja rangkaian ini yaitu komponen LDR menerima cahaya yang membuat hambatan menjadi tinggi sehingga aliran listrik tidak dapat mengalir melalui transistor yang berfungsi untuk menutup dan membuka aliran listrik. Sedangkan ketika LDR tidak menerima cahaya maka hambatan berubah menjadi kecil dan membuka aliran listrik untuk mengaktifkan *relay* yang berfungsi sebagai saklar untuk menyalakan lampu.

4. PENUTUP

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan dari desain dan implementasi generator mikro hidro berpenggerak aliran air adalah sebagai berikut :

1. Generator mikro hidro berpenggerak aliran air yang digunakan untuk mengisi baterai dapat dimanfaatkan untuk penerangan jalan.
2. *Charger controller* berperan penting selama proses pengisian baterai, tegangan yang mengisi baterai tidak melebihi batas tegangan sehingga baterai tidak cepat rusak.
3. RPM dapat naik dikarenakan tegangan DC yang digunakan untuk mengisi baterai naik sehingga tegangan tegangan AC juga ikut naik, begitu juga RPM juga dapat turun saat tegangan DC pada keluaran penyearah turun karena baterai terbebani sehingga tegangan AC juga ikut turun.
4. Lama pengisian baterai bergantung pada daya yang dihasilkan generator.

DAFTAR PUSTAKA

- Pradana, A. (2012) “Desain Jarak Stator Dengan Rotor Yang Paling Optimal Pada Generator Magnet Permanen”, *Jurnal Teknik Elektro*.
- Albastomiroji. (2018) “Studi kelayakan potensi pembangkit listrik tenaga mikrohidro (pltmh) bendung trani kali samin/gembong di kabupaten sukoharjo”, *Jurnal Teknik Elektro*.
- Mafruddin, M., & Irawan, D. (2014) “Pembuatan Turbin Mikrohidro Tipe Cross-Flow Sebagai Pembangkit Listrik Di Desa Bumi Nabung Timur”, *Jurnal Program Studi Teknik Mesin*.

- Dwinata, D. (2017) “Analisis Kerja Rangkaian Rectifier Signal Amplifier Sebagai Pembersih Siaran Televisi”, *Jurnal Teknik Elektro*.
- Stewart, S. G., Srinivasan, V., & Newman, J. S. (2008) “Modeling the performance of lithium-ion batteries and capacitors during hybrid-electric-vehicle operation”, *Journal of the Electrochemical Society*.
- Ihsanto, E., & Dawud, M. (2016) “Sistem Monitoring Lampu Penerangan Jalan Umum Menggunakan Mikrokontroler Arduino Dan Sensor Ldr Dengan Notifikasi SMS”, *Jurnal Teknik Elektro*.
- Febriansyah, M. K. (2020) “Analisis Rectifier pada Generator Sinkron Permanen Magnet (PMSG) Tipe Radial 3 Fase Untuk Pengisian Baterai Lithium-Ion 3,7 V”, *Jurnal Edukasi Elektro*.
- Turang, D. A. O. (2015) “Pengembangan Sistem Relay Pengendalian Dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile”, *Seminar Nasional Informatika (SEMNASIF)*.
- Rompis, L., & Tado, I. (2019) “Perancangan Wattmeter DC Menggunakan Rangkaian Pengali Tegangan”, *Jurnal Teknik Elektro*.
- Darmana, T. (2017) “Perancangan Rangkaian Penguat Daya Dengan Transistor”, *Jurnal Sutet*.
- Desyantoro, E., Rochim, A. F., & Martono, K. T. (2015) “Sistem Pengendali Peralatan Elektronik dalam Rumah secara Otomatis Menggunakan Sensor PIR, Sensor LM35, dan Sensor LDR”, *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*.
- Hariyanto, D. (2009) “Studi Penentuan Nilai Resistor Menggunakan Seleksi Warna Model Hsi Pada Citra 2D”, *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*.
- Dimiyati, A. M. (2003) “Studi Kelayakan Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Desa Setren Kecamatan Slogoimo Kabupaten Wonogiri”, *Jurnal Emitor*.
- Saptadi, A. H., Arifin, J., & Nugraha, W. D. “Perancangan Dan Pembuatan Charger Handphone Portable Menggunakan Sistem Penggerak Generator Ac Dengan Penyearah”, *Jurnal Teknik Telekomunikasi*.
- Prasetyo, K. A., Yuniarti, N., & Prianto, E. (2018). “Pengembangan Alat Control Charging Panel Surya Menggunakan Aduino Nano Untuk Sepeda Listrik Niaga”, *Jurnal Edukasi Elektro*.